Revista Enfermería Neonatal. Abril 2026;50:15-24

Artículo de actualización

Importancia de la constitución de una microbiota saludable. Prácticas perinatales para su establecimiento en la ventana de oportunidad

Importance of establishing a healthy microbiota. Perinatal practices for its establishment within the window of opportunity

Importância da constituição de uma microbiota saudável: práticas perinatais para seu estabelecimento na janela de oportunidade.

Dra. Constanza P. Soto Conti[1]

RESUMEN

La microbiota intestinal es un órgano de enorme importancia en la salud humana. Su instalación ocurre en el período perinatal. Constituye una ventana de oportunidad para generar, en el momento fundante del nacimiento, la microbiota más saludable posible para el establecimiento de la inmunidad que tendrá impacto a largo plazo, en la salud de la vida adulta.

La composición de la microbiota infantil puede verse influenciada por diversos factores, como el tipo de parto, la dieta del recién nacido, la lactancia materna frente a la alimentación con fórmula, el uso de antibióticos y la ubicación geográfica.

El propósito de esta revisión narrativa es destacar la importancia que tiene la constitución de la microbiota inicial por ciertos filos y géneros bacterianos y analizar algunas de sus funciones específicas.

Al considerar el período perinatal como un momento clave para favorecer una comunidad saludable de microorganismos intestinales, se analizan las prácticas médicas en cuanto a la vía de nacimiento y la alimentación neonatal con lactancia materna.

Palabras clave: *microbioma gastrointestinal; entorno de parto; cesárea; parto normal;* Bifidobacterium.

ABSTRACT

The gut microbiota is an organ of enormous importance to human health. Its establishment occurs during the perinatal period. This represents a window of opportunity to generate, at the pivotal moment of birth, the healthiest possible microbiota for the establishment of immunity, which will have a long-term impact on adult health.

1 Médica Neonatóloga. Jefa de Unidad de Neonatología, Hospital Materno Infantil Ramón Sardá, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. ORCID: 0000-0002-5542-704X

Correspondencia: cleosotoconti@gmail.com

Conflicto de intereses: Ninguno que declarar.

Recibido: 10 de febrero de 2026

Aceptado: 30 de marzo de 2026

The composition of the infant microbiota can be influenced by various factors, such as the mode of delivery, the newborn's diet, breastfeeding versus formula feeding, antibiotic use, and geographic location.

The purpose of this narrative review is to highlight the importance of the initial microbiota composition by certain bacterial phyla and genera and to analyze some of their specific functions. Considering the perinatal period as a key time for fostering a healthy community of gut microorganisms, medical practices regarding the mode of delivery and neonatal feeding with breastfeeding are analyzed.

Keywords: *gastrointestinal microbiome; birth setting; cesarean section; natural childbirth;* Bifidobacterium.

RESUMO

A microbiota intestinal configura-se como um verdadeiro órgão de grande relevância para a saúde humana. Sua instalação ocorre no período perinatal, caracterizando uma janela de oportunidade para promover, no momento inaugural do nascimento, a formação de uma microbiota o mais saudável possível, fundamental para o desenvolvimento do sistema imunológico, com repercussões duradouras ao longo da vida adulta.

A composição da microbiota no início da vida pode ser influenciada por múltiplos fatores, entre os quais se destacam o tipo de parto, a dieta do recém-nascido, a amamentação em comparação ao uso de fórmulas infantis, a exposição a antibióticos e a localização geográfica.

O objetivo desta revisão narrativa é evidenciar a relevância da colonização inicial por determinados filos e gêneros bacterianos, bem como analisar algumas de suas funções específicas no organismo.

Ao reconhecer o período perinatal como um momento estratégico para o estabelecimento de uma comunidade intestinal equilibrada, são discutidas práticas assistenciais relacionadas à via de nascimento e à alimentação neonatal, com ênfase na amamentação.

Palavras chave: *microbioma gastrointestinal; entorno do parto; cesárea; parto normal;* Bifidobacterium.

doi: https://doi.org/10.61481/Rev.enferm.neonatal.n50.02

Cómo citar: Soto Conti C. Importancia de la constitución de una microbiota saludable. Prácticas perinatales para su establecimiento en la ventana de oportunidad. *Rev Enferm Neonatal.* Abril 2026;50:15-24.

INTRODUCCIÓN

Desde el primer instante postnatal, el cuerpo del recién nacido (RN) establece una relación mutualista con numerosos microorganismos que, en conjunto, constituyen la microbiota.[1]

La microbiota es una compleja comunidad de microorganismos que habitan en un entorno definido y colonizan todo el organismo, las superficies intertegumentarias y las cavidades mucosas como la boca, los oídos, la vagina y el tejido pulmonar entre otras, aunque la mayoría de ellos se encuentran en el tracto gastrointestinal; el 70 % en el colon.[2]

En el intestino, este ecosistema altamente complejo contiene 10^{14} bacterias, lo que representa un número diez veces mayor que el número total de células humanas, especialmente después de la colonización bacteriana del RN.[3] En las muestras fecales de cada individuo hay aproximadamente 160 especies[4] cuyo genoma, que se estima que es 100 veces mayor que el del genoma humano, puede definirse como un microbioma.[5]

En su composición, coexisten billones de bacterias, virus, hongos, protozoos, arqueas y eucariotas unicelulares que, en conjunto, representan un "órgano vital" que, a través de numerosas vías conectivas, neuronales, endocrinas, inmunológicas y metabólicas, puede comunicarse con áreas anatómicamente distantes entre sí.[6,7]

En el humano, la instalación y desarrollo temprano de la microbiota tiene importancia crítica para el metabolismo de los nutrientes, la maduración del sistema inmunitario del huésped y la protección contra patógenos.[8,9]

La gestación, el nacimiento y el modo de alimentación postnatal representan momentos críticos para la conformación de la microbiota del recién nacido. Estas etapas constituyen una ventana crítica de oportunidad para que las prácticas de los equipos perinatales basadas en la mejor evidencia fomenten en los individuos su conformación más saludable con respecto a la salud y enfermedad futuras.[1]

Es importante conocer qué características tiene la microbiota intestinal en el neonato, cómo evoluciona, qué importancia tiene su establecimiento inicial y

cómo algunas prácticas perinatales pueden fomentar su desarrollo saludable con impacto en la salud futura de los individuos y otras, por el contrario, interferir el proceso.

CARACTERÍSTICAS Y EVOLUCIÓN DE LA MICROBIOTA INTESTINAL NEONATAL

En la etapa neonatal el índice de diversidad microbiana es menor que en el adulto y si bien su composición es única para cada individuo, más del 95 % puede asignarse a uno de los cuatro filos principales*: Firmicutes, Bacteroidetes, Actinobacteria y Proteobacteria*.[10] El género *Bifidobacterium*, del filo *Actinobacteria*, constituyen los microorganismos predominantes en lactantes sanos y durante la infancia.[11]

A partir de los 6 meses postnatales, cuando se introduce la alimentación complementaria, esta composición cambia: aumenta progresivamente su diversidad y las bifidobacterias son reemplazadas como grupo microbiano dominante por otros microorganismos.[12] Este cambio comienza a afianzarse alrededor de los 2,5 a 4 años de vida, desde cuando queda establecida hasta la vida adulta, momento en el que, aunque las bifidobacterias se mantienen relativamente estables, está dominada por los filos *Firmicutes* (género *Lactobacilli*) y *Bacteroidetes*, con tendencia a disminuir en la senescencia.[13]

Además, en la composición de la microbiota intestinal se producen fluctuaciones a lo largo del desarrollo del huésped, adaptativos a las condiciones fisiológicas que atraviesa en el curso de vida: en su gestación, su nacimiento y la infancia, la juventud, la edad adulta avanzada y durante el embarazo.[11]

El estándar para el desarrollo saludable de la microbiota intestinal infantil es aquel en cuya composición predomina el género *Bifidobacterium*, en lactantes sanos nacidos a término, por parto vaginal y alimentados exclusivamente con leche humana.[13]

Se denomina *eubiosis* al estado en el que el ecosistema microbiano intestinal se encuentra en equilibrio, en armonía funcional y con alta diversidad. Cuando la microbiota se encuentra en eubiosis, predominan los microorganismos beneficiosos para la salud del huésped al desempeñar funciones claves: digestión, descomposición adecuada de alimentos facilitando la absorción de nutrientes esenciales como vitaminas y minerales, protección inmunológica, prevención de la proliferación de organismos patógenos, tolerancia a los antígenos alimentarios, modulación de la respuesta inmunitaria y reducción de la inflamación, ejecución de procesos metabólicos como el metabolismo de la leche y los alimentos, descomposición de toxinas y fármacos, síntesis de vitaminas y absorción de iones, síntesis de neurotransmisores como la serotonina, que afectan el estado de ánimo y la salud mental, trófica, crecimiento y diferenciación de las células epiteliales del lumen intestinal y mantenimiento homeostático del sistema inmunitario, y para la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles como diabetes, obesidad y enfermedades inflamatorias del intestino. Tales microorganismos beneficiosos son los géneros pertenecientes a los cuatro principales filos y predominan unos sobre otros de acuerdo a la etapa de la vida del huésped *(Figura 1)*.[2]

Debido a sus complejas y continuas interacciones con el huésped, la microbiota humana, afecta la salud en su conjunto. Un desequilibrio entre sus integrantes, puede contribuir a la aparición de numerosas patologías, incluso crónicas.

Una amplia gama de factores puede alterar el equilibrio entre las diferentes cepas que componen la microbiota intestinal, afectar su homeostasis y causar el llamado estado de *disbiosis*, una condición caracterizada por un cambio en la composición de las cepas bacterianas comensales hacia un perfil patógeno.[2] Si bien el significado exacto de disbiosis es controversial debido a la falta de una descripción precisa de una microbiota normal o sana, este desequilibrio en la microbiota intestinal puede provocar un aumento de la permeabilidad intestinal que desencadena una respuesta inmunitaria inadecuada.[14] El denominado intestino permeable, se asocia con afecciones con síntomas gastrointestinales y con la fisiopatología de enfermedades alérgicas y autoinmunes.[1] A largo plazo, la alteración de la colonización temprana de la microbiota en el período perinatal, puede influir en la aparición de enfermedades crónicas no transmisibles en la vida adulta como la obesidad, la diabetes y la enfermedad inflamatoria intestinal.[15]

ESTÍMULO DEL SISTEMA INMUNE INTESTINAL INNATO

El intestino no solo es parte del aparato digestivo, sino también es el mayor órgano inmunitario que, además, es el que más cercanía presenta con el entorno exterior por lo que constituye la primera línea de defensa.

Cuenta con más de la mitad de las células inmunitarias y produce el 70 % de la inmunoglobulina A (IgA).[10]

El **sistema inmune intestinal innato**, constituido por el epitelio y las células inmunes, es crítico para que los RN logren resistir la infección por patógenos que generan enfermedades gastrointestinales.[10] El sistema inmunitario neonatal se desarrolla y madura rápidamente bajo la influencia de la microbiota, la dieta, la exposición a nuevos microbios y otras exposiciones ambientales.[8]

El tracto gastrointestinal y los microorganismos comensales que lo habitan establecen un sistema de comunicación bidireccional con el sistema inmunitario.[13] Inmediatamente debajo de las diferentes capas intestinales, se encuentra el tejido linfoide con una gran cantidad de células inmunitarias.[16]

El desarrollo del sistema inmunitario intestinal se correlaciona con la abundancia y diversidad de la microbiota intestinal. Luego del nacimiento, la microbiota intestinal evoluciona y se complejiza. En paralelo, las células inmunitarias intestinales maduran gradualmente. La microbiota puede modular la migración de neutrófilos, regular la diferenciación de linfocitos T en células T *helpers* e inducir la proliferación de enterocitos a través de metabolitos microbianos.[10] Ejemplos de estas interacciones y sus resultados son la mayor producción de citocinas a los 36 meses de edad estrechamente relacionada con la colonización por *Bifidobacterium* a la semana de vida,[10,17] y los niveles de citocinas relacionadas con la proliferación y maduración de células inmunitarias.[10]

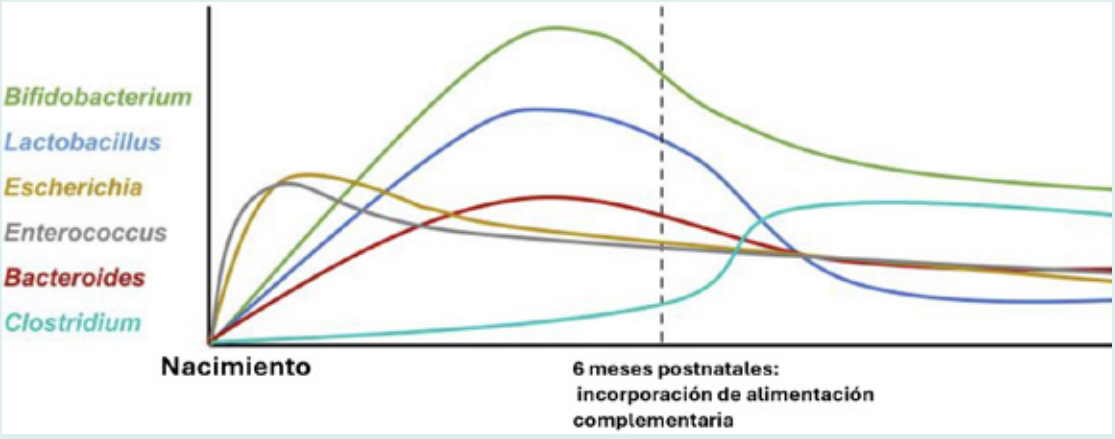
En los neonatos, la inmunidad intestinal innata está determinada por las bacterias transferidas por la madre a su descendencia durante la gestación, en el nacimiento y a través de la lactancia. Estas son: *Lactobacillus y Bifidobacterium*, y otras bacterias comensales como *Escherichia, Bacteroides y Enterococcus*.[10]

BIFIDOBACTERIUM

El género *Bifidobacterium* se encuentra entre los colonizadores más tempranos y dominantes del intestino neonatal y está estrechamente relacionado con el desarrollo intestinal. La colonización del intestino del lactante con bifidobacterias se ve influenciada por los oligosacáridos (HMO) de la leche materna. Las bifidobacterias metabolizan los HMO que estimulan su crecimiento y el del resto de la microbiota.[18]

Al metabolizar los HMO mediante una enzima hidrolasa, liberan ácidos grasos de cadena corta (AGCC), que pueden ser utilizados por el huésped.[19] La concentración de AGCC tales como el butirato, el propionato y el acetato, en el intestino aumentan drásticamente después del nacimiento,[20] tienen propiedades antiinflamatorias en los enterocitos maduros y un rol en la activación de las células inmunitarias.[21] Una disminución de las bifidobacterias y de su metabolización de los HMO se asocia con inflamación sistémica y desequi-

Figura 1. Evolución de los principales géneros bacterianos de la microbiota



Fuente: Yang Z, Liu X, Wu Y, ey al. Effect of the Microbiome on Intestinal Innate Immune Development in Early Life and the Potential Strategy of Early Intervention. *Front Immunol.* 2022 Jul 19;13:936300. Distribuido bajo licencia CC BY 4.0.

librio inmunitario en las primeras etapas de la vida.[10]

Algunas especies de bifidobacterias producen bacteriocinas, con actividad inhibidora contra patógenos, ácido acético que protege contra la infección causada por el patógeno *Escherichia coli* O157:H7 al impedir la propagación de la toxina a través del torrente sanguíneo, folato en el intestino y aumento de la respuesta inmunitaria a las vacunas.[13]

LACTOBACILLUS

El conocimiento acerca de los mecanismos subyacentes que regulan el desarrollo inmune innato por el género *Lactobacillus* (del filo *Firmicutes*) es limitado. Este género produce ácido láctico, que tiene funciones antivirales y antibacterianas, lo que favorece el mantenimiento de la eubiosis.[21] A través de una proteína (denominada "P40") modula la respuesta inmunitaria innata al mejorar la diferenciación de las células, promueve la secreción de interleuquinas, activa las células *natural killers* y promueve la síntesis y secreción de INF-γ, TNF-α y factor estimulante de colonias de granulocitos y macrófagos, y la proliferación, diferenciación y formación de uniones estrechas de células epiteliales por activación del receptor del factor de crecimiento epidérmico. El lactato, producido especialmente por *Lactobacillus,* estimula la proliferación de células madre inducidas por el estroma.[22]

ESCHERICHIA

La composición del microbioma intestinal de los RN está estrechamente relacionada con la de sus madres. La transmisión de *E. coli* (perteneciente al género *Escherichia*, del filo *Proteobacteria*) de la madre al recién nacido, regula la diferenciación de las células epiteliales intestinales y aumenta su número. La colonización temprana con *E. coli* provoca una remodelación epitelial en el colon, modificando la estructura del epitelio y de la capa mucosa. Además, las enterobacterias comensales contribuyen a la resistencia a la colonización por bacterias patógenas al competir con estas por el oxígeno. Este género de enterobacterias posee algunas cepas patógenas que se encuentran reguladas en el delicado equilibrio de la microbiota.[10]

El conocimiento científico avanza acerca de los beneficios para la salud a largo plazo que ofrece la instalación saludable de la microbiota intestinal humana temprana, de su capacidad para la modulación de los factores de riesgo relacionados con determinadas afecciones de salud en la edad adulta, de los microorganismos que la integran, de cuáles prevalecen de acuerdo a los estímulos externos y de los efectos que producen.[11]

VÍA DE NACIMIENTO

En el período de ventana de oportunidad perinatal, la microbiota intestinal del RN es mucho más susceptible a los estímulos externos que la modulan de lo que es en otras etapas posteriores de la vida.[1]

La microbiota intestinal puede verse influenciada y modificada en cuanto a diversidad y patrón de colonización durante el primer año de vida por diversos factores, entre ellos la salud materna,[23] las complicaciones de la gestación, la administración de antibióticos durante el periparto,[24] la vía de parto, el lugar geográfico donde ocurre el nacimiento[25] y el tipo de alimentación postnatal. Las modificaciones en la microbiota afectan a todas las etapas del ciclo vital.[23]

Si bien se encuentran en pleno desarrollo las líneas de investigación acerca de cómo la dieta y la salud materna influyen en la composición de la microbiota de su descendencia durante la gestación a nivel intrauterino, es importante conocer la trascendencia de la elección de la vía de nacimiento y de la alimentación postnatal.[8]

Los patrones de colonización de la microbiota intestinal en lactantes nacidos por cesárea difieren de los de los nacidos por vía vaginal.[9]

En su nacimiento, el feto atraviesa el canal vaginal materno, donde toma contacto con el ecosistema microbiano materno vaginal, cutáneo y fecal, lo que puede ser considerado como el inóculo colonizador que dará lugar a una microbiota intestinal infantil saludable, la que tendrá influencia en su salud a lo largo de la vida. Si el nacimiento ocurre por cesárea abdominal, el neonato tiene mayor contacto con el sistema tegumentario de la madre y con los gérmenes presentes en el entorno hospitalario.[13]

Los lactantes nacidos por cesárea presentan una microbiota intestinal anormal. Por ejemplo, existe evidencia acerca de la transmisión del género *Bacteroides* (del filo *Bacteroidota*) de madre a hijo durante el parto.[4,8] Al considerar el patrón de la microbiota intestinal en lactantes, que nacen por cesárea, algunos estudios informaron un retraso o ausencia de *Bacteroides* durante el primer año de vida.[9]

A diferencia de los neonatos nacidos por parto vaginal, los RN que lo hacen por cesárea muestran una menor diversidad y riqueza de la microbiota, con niveles significativamente más bajos de los géneros bacterianos *Bifidobacterium* y *Bacteroides* y mayores tasas de colonización de *Clostridium, Lactobacillus, Enterobacter, Streptococcus, Enterococcus y Staphylococcus*.[22] En algunos estudios, los géneros constituyentes del filo *Firmicutes*, entre los que se encuentran los géneros *Clostridium* y *Lactobacilli*, se asocian de forma independiente con la vía de parto. La discrepancia con respecto al patrón de colonización de los géneros de *Clostridium* y *Lactobacilli* en relación con la vía de parto puede deberse a las técnicas de aislamiento y análisis de la microbiota.[9]

Numerosos estudios clínicos destacan la relación entre la cesárea y trastornos inmunitarios, alergias, asma, obesidad y diabetes tipo 2 en etapas posteriores de la vida,[1] así como una mayor proporción de genes de resistencia a los antibióticos en el microbioma del recién nacido. La posible explicación de esta relación es que, en su nacimiento, la falta de contacto con la flora vaginal, cutánea e intestinal materna genera cambios en el desarrollo del sistema inmunitario lo que los expone a diversas enfermedades.[9]

Los bebés nacidos por cesárea, dependiendo de las prácticas institucionales, suelen verse privados de leche materna en las primeras etapas. Algunos resultados demuestran que la alimentación con fórmula se asocia con mayores niveles de *Clostridium difficile* y una disminución de *Bifidobacterium*.[8] Además, la cesárea condiciona, en la práctica, el inicio de la lactancia en la primera hora de vida, lo que podría generar dificultades en su establecimiento posterior.

La menor abundancia de *Bifidobacterium* y *Bacteroides*, y la mayor abundancia de *Clostridium* y *Lactobacilli* en los neonatos nacidos por cesárea, como se observa en algunos estudios, podrían explicarse por el uso de antibióticos. Las madres que se someten a cesárea son más propensas a recibir antibióticos antes, durante y después del parto, lo que puede afectar la diversidad de la microbiota intestinal infantil.[9] La administración de profilaxis antibiótica prenatal y los antibióticos intraparto parece tener efectos profundos en la colonización intestinal del recién nacido, por su alcance en la circulación fetal a través del cordón umbilical o por alterar la microbiota vaginal e intestinal materna, lo que influye en la transmisión microbiana vertical, y esto podría conducir a una disminución de la diversidad bacteriana en el recién nacido.[24]

La hospitalización tras el parto y el tipo de cesárea, electiva o de emergencia, también influyen en el patrón de la microbiota intestinal infantil.[9]

Otro aspecto importante que influye en la comunidad bacteriana intestinal es la ubicación geográfica donde ocurren los nacimientos. Diferentes regiones con diversos entornos de vida, culturas, hábitos alimentarios y estilos de vida presentan una diversidad de mecanismos complejos para la colonización y el desarrollo de la microbiota intestinal.[22]

La variación interindividual en el desarrollo temprano de la microbiota intestinal infantil, causada por el tipo de parto, disminuyó significativamente con el tiempo. Galazzo y col.[26] demostraron que la varianza en la composición microbiana se explicaba por el tipo de parto hasta las 5 semanas de vida, mientras que a las 13 semanas postnatales el factor más significativo que afectó la varianza en la comunidad bacteriana fue el tipo de alimentación.

Esto fue confirmado en otros estudios que encontraron que el tipo de parto no afectó significativamente la tasa de colonización de *Lactobacillus* en el período entre la segunda semana al primer mes de vida, la de *Bifidobacterium* durante el cuarto al sexto mes de vida, la de colonización de *Clostridium y Enterobacter* del séptimo mes al primer año de vida y la de *Clostridium, Bifidobacterium y Enterococcus* después del primer año de vida.[8]

Una revisión sistemática sugiere que las diferencias en la diversidad de la microbiota intestinal y los patrones de colonización, significativamente asociados con el tipo de parto, se observan sólo en los primeros tres meses de vida y desaparecen después de los seis meses postnatales.[9] En un estudio de cohorte prospectivo se encontró resultados similares, con cambios marcados en la composición de la microbiota intestinal a la semana y al mes de edad en el caso de la cesárea, pero con diferencias menores que persisten al año de edad en comparación con el parto vaginal.[27]

En síntesis, podría afirmarse que la vía de nacimiento tiene un menor efecto sobre la colonización de *Bifidobacterium* y *Bacteroides* a los seis y 12 meses de edad, momento en el que la transición de la microbiota depende fundamentalmente del tipo de dieta en la que desde los 6 meses ya se incorporó la alimentación complementaria. Se deben realizar estudios adiciona-

les para investigar la diversidad y los niveles de colonización de la microbiota intestinal infantil en relación con vía de nacimiento y su amplio impacto en la salud del lactante en cada etapa de la vida con especial atención a los factores demográficos.[9]

Los efectos beneficiosos para la salud atribuidos a las comunidades bacterianas de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* generaron gran interés por buscar vías alternativas para estimular su establecimiento en la microbiota neonatal cuando la cesárea es la vía de nacimiento médicamente indicada. Sin embargo, tales estrategias están en fase de investigación y no están definidos su nivel de seguridad ni las vías de administración. Los estudios que los llevan a cabo son *"Proof of Concept Studies"* o estudios de "prueba de concepto", investigaciones o proyectos preliminares diseñados para demostrar la viabilidad técnica y el valor funcional de una idea, producto o método antes de llevar la técnica al campo de la práctica. Sirven para verificar si una teoría puede convertirse en una realidad útil o si un medicamento funciona en humanos. Si bien sus resultados son prometedores falta evidencia para llevarlos a la práctica.[28]

La mejor opción para recuperar la microbiota intestinal neonatal saludable parece ser trabajar para lograr la lactancia exitosa, especialmente luego de una cesárea.

LACTANCIA

Varios estudios han demostrado que la microbiota intestinal del lactante presenta niveles más altos de *Bifidobacterium* y *Lactobacillus* durante la lactancia, [2,40-42] con un patrón de colonización más estable en comparación con la microbiota intestinal de lactantes no amamantados.[29]

La alimentación artificial se ha asociado con una alta abundancia de *Clostridium difficile* y una menor abundancia de bifidobacterias.[8]

La leche humana contiene factores beneficiosos para la microbiota intestinal, como los oligosacáridos de la leche humana (HMO), que funcionan como prebióticos al estimular el crecimiento de especies de *Bifidobacterium* y *Lactobacillus*, modificando selectivamente la composición microbiana del intestino.[30]

Además, existe evidencia creciente de que la leche humana no es estéril, sino que contiene moléculas bacterianas de origen materno que tienen influencia en el desarrollo del sistema inmunitario del recién nacido.[9]

Martin y col.[31] encontraron que los lactantes amamantados nacidos por cesárea presentaban una microbiota intestinal similar a la de los lactantes nacidos por vía vaginal. Estos hallazgos sugieren un efecto de la lactancia materna en la microbiota intestinal de los lactantes nacidos por cesárea. Hill y col.[32] informaron que los lactantes a término nacidos por cesárea amamantados durante más de 4 meses tenían una microbiota con menos géneros patógenos, como *Escherichia* y *Shigella* que la microbiota de los lactantes amamantados durante menos de 4 meses.[22]

Korpela y col.[33] demostraron que los lactantes nacidos por cesárea y amamantados exclusivamente durante 6 meses presentaron una reparación parcial en su microbiota intestinal, más parecida a la de los bebés nacidos por vía vaginal.

Se requieren más estudios que aborden adecuadamente la asociación entre la lactancia materna y la vía de nacimiento con respecto a las características de la microbiota intestinal neonatal. Para extraer conclusiones claras se requiere estratificar el estado de lactancia materna dentro de las categorías de tipo de parto.[22]

CONCLUSIONES

La microbiota intestinal saludable es clave para numerosas funciones vitales en el curso de la vida. La etapa perinatal es el momento fundante de la microbiota y constituye una ventana de oportunidad para su constitución saludable. El primer impacto a nivel inmunológico tiene alcance en la vida adulta.

El estudio de la composición de la microbiota del RN es complejo, ya que diversos factores, como la dieta materna, la vía de nacimiento, el tipo de alimentación neonatal e infantil, la ubicación geográfica y el uso de antibióticos, pueden influir en los resultados.

La cesárea, que suele estar asociada al uso de antibióticos y eventuales problemas o retrasos en el inicio de la lactancia, aumenta a escala global.[34]

Si bien pocos estudios han evaluado los efectos modificadores de la lactancia materna en la microbiota infantil durante el parto, la lactancia materna podría afectar positivamente la microbiota intestinal de los lactantes nacidos por cesárea aunque es necesaria evidencia más concluyente acerca de esta asociación.

La vía de nacimiento y la lactancia materna constituyen determinantes fundamentales en el estable-

cimiento y la evolución de una microbiota intestinal saludable en el lactante. Ambos factores influyen de manera decisiva en la modulación del estado de salud a corto y largo plazo, con impacto a lo largo del curso de vida. En este sentido, las buenas prácticas basadas en la mejor evidencia disponible promueven y protegen los mecanismos biológicos propios del desarrollo humano, destacándose el parto vaginal y la alimentación con leche materna como intervenciones clave.

REFERENCIAS

1. Biagioli V, Volpedo G, Riva A, Mainardi P, Striano P. From Birth to Weaning: A Window of Opportunity for Microbiota. *Nutrients*. 2024 Jan 17;16(2):272. doi: 10.3390/nu16020272.
2. Iebba V, Totino V, Gagliardi A, Santangelo F, Cacciotti F, Trancassini M, et al. Eubiosis and dysbiosis: the two sides of the microbiota. *New Microbiol*. 2016 Jan;39(1):1-12.
3. Singh RK, Chang HW, Yan D, Lee KM, Ucmak D, Wong K, et al. Influence of diet on the gut microbiome and implications for human health. *J Transl Med*. 2017 Apr 8;15(1):73. doi: 10.1186/s12967-017-1175-y.
4. Rodríguez JM, Murphy K, Stanton C, Ross RP, Kober OI, Juge N, et al. The composition of the gut microbiota throughout life, with an emphasis on early life. *Microb Ecol Health Dis*. 2015 Feb 2;26:26050. doi: 10.3402/mehd.v26.26050.
5. Putignani L, Del Chierico F, Petrucca A, Vernocchi P, Dallapiccola B. The human gut microbiota: a dynamic interplay with the host from birth to senescence settled during childhood. *Pediatr Res*. 2014 Jul;76(1):2-10. doi: 10.1038/pr.2014.49.
6. Gomaa E. Human gut microbiota/microbiome in health and diseases: A review. *Antonie Van Leeuwenhoek*. 2020 Dec;113(12):2019-2040. doi: 10.1007/s10482-020-01474-7.
7. Afzaal M, Saeed F, Shah YA, Hussain M, Rabail R, Socol CT, et al. Human gut microbiota in health and disease: Unveiling the relationship. *Front Microbiol*. 2022 Sep 26;13:999001. doi: 10.3389/fmicb.2022.999001.
8. Shaterian N, Abdi F, Ghavidel N, Alidost F. Role of cesarean section in the development of neonatal gut microbiota: A systematic review. *Open Med (Wars).* 2021 Apr 9;16(1):624-639. doi: 10.1515/med-2021-0270.
9. Rutayisire, E.; Huang, K.; Liu, Y.; Tao, F. The mode of delivery affects the diversity and colonization pattern of the gut microbiota during the first year of infants' life: A systematic review. *BMC Gastroenterol*. 2016 Jul 30;16(1):86. doi: 10.1186/s12876-016-0498-0.
10. Yang Z, Liu X, Wu Y, Peng J, Wei H. Effect of the Microbiome on Intestinal Innate Immune Development in Early Life and the Potential Strategy of Early Intervention. *Front Immunol*. 2022 Jul 19;13:936300. doi: 10.3389/fimmu.2022.936300.
11. Milani C, Duranti S, Bottacini F, Casey E, Turroni F, Mahony J, et al. The First Microbial Colonizers of the Human Gut: Composition, Activities, and Health Implications of the Infant Gut Microbiota. *Microbiol Mol Biol Rev*. 2017 Nov 8;81(4):e00036-17. doi: 10.1128/MMBR.00036-17.
12. Bäckhed F, Roswall J, Peng Y, Feng Q, Jia H, Kovatcheva-Datchary P, et al. Dynamics and Stabilization of the Human Gut Microbiome during the First Year of Life. *Cell Host Microbe*. 2015 Jun 10;17(6):852. doi: 10.1016/j.chom.2015.05.012. Erratum for: *Cell Host Microbe*. 2015 May 13;17(5):690-703. doi: 10.1016/j.chom.2015.04.004.
13. Saturio S, Nogacka AM, Alvarado-Jasso GM, Salazar N, de los Reyes Gavilán CG, Gueimonde M, et al. Role of Bifidobacteria on Infant Health. *Microorganisms*. 2021 Nov 23;9(12):2415. doi: 10.3390/microorganisms9122415.

14. Christovich A, Luo XM. Gut Microbiota, Leaky Gut, and Autoimmune Diseases. *Front. Immunol*. 2022 Jun 27;13:946248. doi: 10.3389/fimmu.2022.946248.

15. Beghetti I, Barone M, Brigidi P, Sansavini A, Corvaglia L, Aceti A, Turroni S. Early-life gut microbiota and neurodevelopment in preterm infants: a narrative review. *Front Nutr.* 2023 Aug 8;10:1241303. doi: 10.3389/fnut.2023.1241303.

16. Hantsoo L, Zemel BS. Stress gets into the belly: Early life stress and the gut microbiome. *Behav Brain Res*. 2021 Sep 24;414:113474. doi: 10.1016/j.bbr.2021.113474.

17. Rabe H, Lundell AC, Sjöberg F, Ljung A, Strömbeck A, Gio-Batta M, et al. Neonatal gut colonization by Bifidobacterium is associated with higher childhood cytokine responses. *Gut Microbes*. 2020 Nov 9;12(1):1-14. doi: 10.1080/19490976.2020.1847628.

18. Thomson P, Medina DA, Garrido D. Human milk oligosaccharides and infant gut bifidobacteria: Molecular strategies for their utilization. *Food Microbiol*. 2018 Oct;75:37-46. doi: 10.1016/j.fm.2017.09.001.

19. Stewart CJ. Breastfeeding promotes bifidobacterial immunomodulatory metabolites. *Nat Microbiol*. 2021 Nov;6(11):1335-1336. doi: 10.1038/s41564-021-00975-z. Erratum in: *Nat Microbiol*. 2022 Jan;7(1):180. doi: 10.1038/s41564-021-01032-5.

20. Arnaud AP, Rome V, Richard M, Formal M, David-Le Gall S, Boudry G. Post-natal co-development of the microbiota and gut barrier function follows different paths in the small and large intestine in piglets. *FASEB J.* 2020 Jan;34(1):1430-1446. doi: 10.1096/fj.201902514R. Epub 2019 Dec 2.

21. Tachedjian G, Aldunate M, Bradshaw CS, Cone RA. The role of lactic acid production by probiotic Lactobacillus species in vaginal health. *Res Microbiol*. 2017 Nov-Dec;168(9-10):782-792. doi: 10.1016/j.resmic.2017.04.001.

22. Princisval L, Rebelo F, Williams BL, Coimbra AC, Crovesy L, Ferreira AL, et al. Association Between the Mode of Delivery and Infant Gut Microbiota Composition Up to 6 Months of Age: A Systematic Literature Review Considering the Role of Breastfeeding. *Nutr Rev*. 2021 Dec 8;80(1):113-127. doi: 10.1093/nutrit/nuab008.

23. Coscia A, Bardanzellu F, Caboni E, Fanos V, Peroni DG. When a Neonate Is Born, So Is a Microbiota. *Life (Basel).* 2021 Feb 16;11(2):148. doi: 10.3390/life11020148.

24. Dierikx TH, Visser DH, Benninga MA, van Kaam AHLC, de Boer NKH, de Vries R, et al. The influence of prenatal and intrapartum antibiotics on intestinal microbiota colonisation in infants: A systematic review. *J Infect.* 2020 Aug;81(2):190-204. doi: 10.1016/j.jinf.2020.05.002.

25. Selma-Royo M, Calatayud Arroyo M, García-Mantrana I, Parra-Llorca A, Escuriet R, Martínez-Costa C, et al. Perinatal environment shapes microbiota colonization and infant growth: impact on host response and intestinal function. *Microbiome.* 2020 Nov 23;8(1):167. doi: 10.1186/s40168-020-00940-8.

26. Galazzo G, van Best N, Bervoets L, Dapaah IO, Savelkoul PH, Hornef MW; et al. Development of the Microbiota and Associations With Birth Mode, Diet, and Atopic Disorders in a Longitudinal Analysis of Stool Samples, Collected From Infancy Through Early Childhood. *Gastroenterology*. 2020 May;158(6):1584-1596. doi: 10.1053/j.gastro.2020.01.024.

27. Stokholm J, Thorsen J, Blaser MJ, Rasmussen MA, Hjelmsø M, Shah S, et al. Delivery mode and gut microbial changes correlate with an increased risk of childhood asthma. *Sci Transl Med*. 2020 Nov 11;12(569):eaax9929. doi: 10.1126/scitranslmed.aax9929.

28. Korpela K, Helve O, Kolho KL, Saisto T, Skogberg K, Dikareva E, et al. Maternal Fecal Microbiota Transplantation in Cesarean-Born Infants Rapidly Restores Normal Gut Microbial Development: A Proof-of-Concept Study. *Cell*. 2020 Oct 15;183(2):324-334.e5. doi: 10.1016/j.cell.2020.08.047.

29. Ho NT, Li F, Lee-Sarwar KA, Tun HM, Brown BP, Pannaraj PS, et al. Meta-analysis of effects of exclusive breastfeeding on infant gut microbiota across populations. *Nat Commun.* 2018 Oct 9;9(1):4169. doi: 10.1038/s41467-018-06473-x.

30. Underwood MA, German JB, Lebrilla CB, Mills DA. Bifidobacterium longum subspecies infantis: champion colonizer of the infant gut. *Pediatr Res*. 2015 Jan;77(1-2):229-35. doi: 10.1038/pr.2014.156.

31. Martin R, Makino H, Cetinyurek Yavuz A, Ben-Amor K, Roelofs M, Ishikawa E, et al. Early-Life Events, Including Mode of Delivery and Type of Feeding, Siblings and Gender, Shape the Developing Gut Microbiota. *PLoS One*. 2016 Jun 30;11(6):e0158498. doi: 10.1371/journal.pone.0158498.

32. Hill CJ, Lynch DB, Murphy K, Ulaszewska M, Jeffery IB, O'Shea CA, et al. Evolution of gut microbiota composition from birth to 24 weeks in the INFANTMET Cohort. *Microbiome*. 2017 Jan 17;5(1):4. doi: 10.1186/s40168-016-0213-y. Erratum in: *Microbiome*. 2017 Feb 14;5(1):21. doi: 10.1186/s40168-017-0240-3.

33. Korpela K, Salonen A, Hickman B, Kunz C, Sprenger N, Kukkonen K, et al. Fucosylated oligosaccharides in mother's milk alleviate the effects of caesarean birth on infant gut microbiota. *Sci Rep*. 2018 Sep 13;8(1):13757. doi: 10.1038/s41598-018-32037-6.

34. Betran AP, Ye J, Moller AB, Souza JP, Zhang J. Trends and projections of caesarean section rates: global and regional estimates. *BMJ Glob Health.* 2021 Jun;6(6):e005671. doi: 10.1136/bmjgh-2021-005671.